

T S1/5

1/5/1

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2002 JPO &amp; JAPIO. All rts. reserv.

O4183398 \*\*Image available\*\*

EXPOSURE SYSTEM

PUB. NO.: 05-175098 JP 5175098 A]

PUBLISHED: July 13, 1993 (19930713)

INVENTOR(s): KAWAI HIDEKI

APPLICANT(s): NIKON CORP [000411] (A Japanese Company or Corporation), JP  
(Japan)

APPL. NO.: 03-345453 [JP 91345453]

FILED: December 26, 1991 (19911226)

INTL CLASS: [5] H01L-021/027; G03F-007/20; G03F-009/00

JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 29.1 (PRECISION  
INSTRUMENTS -- Photography & Cinematography)

JAPIO KEYWORD:R002 (LASERS)

JOURNAL: Section: E, Section No. 1451, Vol. 17, No. 579, Pg. 64,  
October 21, 1993 (19931021)

## ABSTRACT

PURPOSE: To improve throughput by performing exposure process and detection  
of alignment information simultaneously for two substrates to be exposed.CONSTITUTION: Two substrates W1 and (W2) are held abreast on a substrate  
stage ST. An optical system PL, and a first and a second alignment optical  
systems AA1a, AA1b, AA2a and AA2b are so located that one substrate W1 (W2)  
may be exposed for a mask pattern while alignment information for the other  
W2 (W1) is being detected. Alignment information obtained during exposure  
process, is used for positioning in exposing a substrate for a mask  
pattern. Substrate stage ST position-detecting means 11 and 12 for  
positioning in an exposure position, are so positioned that the Abbe's  
error will be approximately 0 against the exposure position; substrate  
stage ST position-detecting means 11 and 13 (11 and 14) for detecting  
alignment information in an alignment position, are positioned in the same  
manner as above against the alignment position.  
?

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-175098

(43)公開日 平成5年(1993)7月13日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H 0 1 L 21/027

G 0 3 F 7/20

9/00

5 2 1

7818-2H

H 7818-2H

7352-4M

7352-4M

H 0 1 L 21/ 30

3 1 1 M

3 0 1 M

審査請求 未請求 請求項の数1(全 13 頁)

(21)出願番号

特願平3-345453

(22)出願日

平成3年(1991)12月26日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 川井 秀実

東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式

会社ニコン大井製作所内

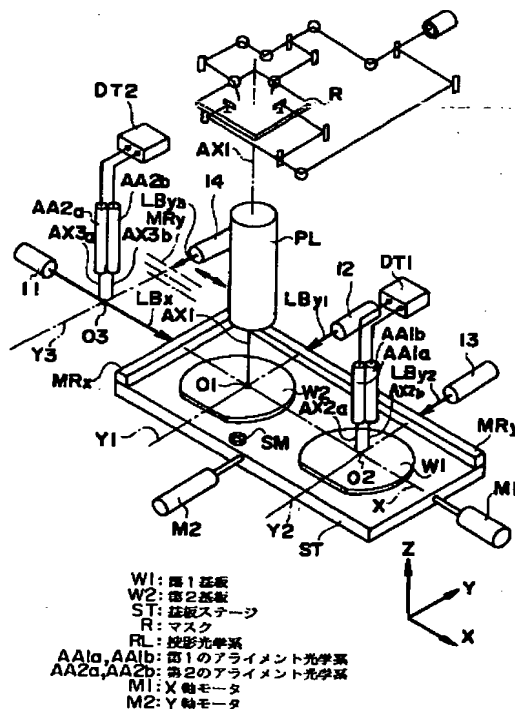
(74)代理人 弁理士 永井 冬紀

(54)【発明の名称】 露光装置

(57)【要約】

【目的】 2枚の被露光基板に対して並行して露光とアライメント情報検出を行なうようにしてスループットの向上を図る。

【構成】 基板ステージSTに並べて保持された一方の基板W1(W2)にマスクパターンを露光するときに、他方の基板W2(W1)のアライメント情報の検出を並行して行なうように、光学系PLと第1および第2のアライメント光学系AA1a, AA1b, AA2a, AA2bを配置する。露光中に得られたアライメント情報を使用して、基板にマスクパターンを露光するときの位置決めを行なう。また、露光位置での位置決め使用する基板ステージSTの位置検出手段11, 12と、アライメント位置でのアライメント情報検出に使用する基板ステージSTの位置検出手段11, 13(11, 14)をそれぞれ、露光位置とアライメント位置に対してアッペ誤差が略ゼロとなるように配置する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスクに形成されたパターンを感光基板上に露光する露光装置において、

第1基板と第2基板とを保持して2次元移動する基板ステージと、

前記マスクのパターンの露光位置に対してアッペ誤差がほぼゼロとなるように配置され、前記基板ステージの2次元的な位置を検出する第1の位置検出手段と、

前記第1基板上に形成されたアライメント用マークを観察するマーク観察手段であって、前記第2基板の中心点を前記露光位置に一致させたとき、前記第1基板のアライメントマークがマーク観察位置とほぼ一致するように前記露光位置に対して所定の位置関係で配置される第1のマーク観察手段と、

この第1のマーク観察手段のマーク観察位置に対してアッペ誤差がほぼゼロとなるように配置され、前記基板ステージの2次元的な位置を検出する第2の位置検出手段と、

前記第2基板上に形成されたアライメント用マークを観察するマーク観察手段であって、前記第1基板の中心点を前記露光位置に一致させたとき、前記第2基板のアライメントマークがマーク観察位置とほぼ一致するように前記露光位置に対して所定の位置関係で配置される第2のマーク観察手段と、

この第2のマーク観察手段に対してアッペ誤差がほぼゼロとなるように配置され、前記基板ステージの2次元的な位置を検出する第3の位置検出手段と、

前記第1および第2のマーク観察手段でそれぞれ前記第1および第2のアライメントマークを観察したときのそれぞれのアライメントマークの位置を検出するアライメント位置検出手段と、

前記第1の位置検出手段の検出結果を第2および第3の位置検出手段でそれぞれ検出された位置検出結果とそれぞれ対応づけ、前記第1および第2基板に対して前記パターンをそれぞれ露光するとき、前回の第2および第1基板に対するそれぞれの露光工程中に前記アライメント位置検出手段で検出された第1および第2基板の各アライメントマークの各位置情報に基づいて前記基板ステージの位置を制御するとともに、第1基板と第2基板とを交互に露光位置とマーク観察位置に移動させるステージ移動制御手段とを具備することを特徴とする露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は投影露光装置に関し、とくに、2枚の被露光基板に対して並行して露光とアライメント情報検出とを行なうようにしてスループットの向上を図るように改良したものである。

## 【0002】

【従来の技術】 図11は従来の縮小投影露光装置の概略構成を示すもので、Rは露光パターンが形成されたマス

クまたはレチクル（以下、レチクルと称す）、Wはウエハなどの被露光基板であり、ウエハWはXY平面内を移動するステージST上に保持されている。PLはレチクルRの露光パターンをたとえば1/5に縮小してウエハW上に露光する投影光学系である。10は周知のオフアクシスアライメント系であり、レーザ光源11から射出される光束をアライメント光学系12によりX軸アライメント用光束L11、Y軸アライメント用光束L12およびθ回転軸アライメント用光束L13にそれぞれ分離してウエハWのマーク上に入射させる。そして、ウエハWからの反射光を受光装置13で受光してX軸方向のアライメント情報、Y軸方向のアライメント情報、およびθ回転方向のアライメント情報を検出する。このようにしてオフアクシスアライメント系10から得られるアライメント情報に基づいてXYステージSTのXY位置や不図示のウエハステージのθ回転位置が制御され、いわゆるラフアライメントが行なわれる。

【0003】 20は周知のTTL（Through The Lens）アライメント系であり、例えば特開昭60-186845号公報に開示されているように、レーザ光源21から射出される光束をアライメント光学系22によりX軸アライメント用光束L21およびY軸アライメント用光束L22にそれぞれ分離し、投影光学系PLを介してウエハWのアライメントマーク上に入射させ、その反射光を不図示の受光装置で受光してX軸方向のアライメント情報およびY軸方向のアライメント情報を検出する。このようにしてTTLアライメント系20から得られるアライメント情報に基づいてウエハW上の各露光領域ごとにいわゆるファインアライメントが行なわれる。

【0004】 このような従来の縮小投影露光装置においては、1枚のウエハW上に規則的に配列された複数の露光領域に対して次のようにしてレチクルRの露光パターンを露光させる。ステージST上にウエハWをローディングし、ローディングされたウエハWに対してまずオフアクシスアライメント系10によりラフアライメントを行なってウエハを位置決めする。次いで、ラフアライメントが終了したウエハWに対してTTLアライメント系20によりファインアライメントを行なう。ファインアライメントは、まず、ウエハW内の1つの露光領域のアライメントマークをTTLアライメント光学系20により観察し、その露光領域についてアライメントを行ない、しかる後にレチクルRの露光パターンを露光する。その1つの露光領域への露光終了後、ステージSTにより次の露光領域を投影光学系PLと正対させ、TTLアライメント系20によりその露光領域に対してアライメントを行なって露光パターンを露光する。このようなアライメント工程と露光工程とをウエハ上の全ての露光領域に対して行い、1枚のウエハの露光が完了する。このような露光方式をダイバダイアライメント方式と呼ぶ。

【0005】一方、このようなダイバダイアライメント方式に対してエンハンスメントグローバルアライメントと呼ぶ方式（以下、EGA方式と呼ぶ）を採用する露光装置も知られている。このEGA方式は、例えば特開昭61-44429号公報に開示されているように、1枚のウエハ上の全露光領域の幾つかの代表的な露光領域に対してアライメント情報を検出し、それらの検出結果を統計処理して線形または非線形な位置ずれを全露光領域について予測し、各露光領域を投影光学系と位置合せする工程時間の短縮化を図ってスループットの向上を図るようにしたものである。

#### 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前者のようなダイバダイアライメント方式による従来の縮小投影露光装置にあっては、ウエハWの1つの露光領域上にレチクルRの露光パターンを露光させるのに先立ってアライメント工程が不可欠であり、1枚のウエハWに露光処理を施す時間がかかり、スループットが悪く、その改善が要望されている。一方、後者のEGA方式でも、露光に先立って幾つかの代表点のアライメント情報の検出が不可欠であり、しかも、代表点が少ないと信頼性が低く、かといって代表点数を増やすと信頼性は高まるものの、アライメント情報の検出時間がかかりスループットが低下するという問題がある。

【0007】本発明の目的は、2枚の被露光基板に対して並行して露光とアライメント情報検出とを行なうようにしてスループットの向上を図る投影露光装置を提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】一実施例を示す図1、図2に対応付けて本発明を説明すると、本発明に係る露光装置は、第1基板W1と第2基板W2とを保持して2次元移動する基板ステージSTと、マスクRのパターンの露光位置に対してアッペ誤差がほぼゼロとなるように配置され、基板ステージSTの2次元的位置を検出する第1の位置検出手段11、12とを備える。また、第1基板W1上に形成されたアライメント用マークWMA、WMB（図3）を観察するマーク観察手段AA1a、AA1bを備える。この第1のマーク観察手段AA1a、AA1bは、第2基板W2の中心点を露光位置に一致させたとき、第1基板W1のアライメントマークWMA、WMBがマーク観察位置とほぼ一致するように露光位置に対して所定の位置関係で配置される。さらに、この第1のマーク観察手段AA1a、AA1bのマーク観察位置に対してアッペ誤差がほぼゼロとなるように配置され、基板ステージSTの2次元的位置を検出する第2の位置検出手段11、13が設けられる。そして、第2基板W2上に形成されたアライメント用マークWMA、WMBを観察するマーク観察手段AA2a、AA2bも設けられる。この第2のマーク観察手段AA2a、AA

2bは、第1基板W1の中心点を露光位置に一致させたとき、第2基板W2のアライメントマークWMA、WMBがマーク観察位置とほぼ一致するように露光位置に対して所定の位置関係で配置される。さらにこの露光装置は、第2のマーク観察手段AA2a、AA2bに対してアッペ誤差がほぼゼロとなるように配置されて基板ステージSTの2次元的位置を検出する第3の位置検出手段11、14と、第1および第2のマーク観察手段（AA1a、AA1b）、（AA2a、AA2b）でそれぞれ第1および第2のウエハW1、W2のアライメントマークWMA、WMBを観察したときのそれぞれのアライメントマークの位置を検出するアライメント位置検出手段DT1、DT2と、第1の位置検出手段11、12の検出結果を第2および第3の位置検出手段（11、13）、（11、14）でそれぞれ検出された位置検出結果とそれぞれ対応づけ、第1および第2基板W1、W2に対してパターンをそれぞれ露光するとき、前回の第2および第1基板W2、W1に対するそれぞれの露光工程中にアライメント位置検出手段（AA1a、AA1b）、（AA2a、AA2b）で検出された第1および第2基板W1、W2の各アライメントマークWMA、WMBの各位置情報に基づいて基板ステージSTの位置を制御するとともに、第1基板W1と第2基板W2とを交互に露光位置とマーク観察位置に移動させるステージ移動制御手段30（図4）とを具備する。

#### 【0009】

【作用】基板ステージSTには第1および第2の基板W1、W2が並べて保持され、一方の基板W1にマスクパターンを露光するときに他方の基板W2のアライメント情報の検出が並行して行なわれる。このようにして得られた他方の基板W2のアライメント情報を使用して、この他方の基板W2にマスクパターンを露光するときの基板W2の位置決めが行なわれる。また、露光位置での位置決めに使用する基板ステージSTの位置検出手段11、12と、アライメント位置でのアライメント情報検出に使用する基板ステージSTの位置検出手段11、13（または11、14）はそれぞれ、露光位置とアライメント位置に対してアッペ誤差が略ゼロとなるように位置付けられているから、露光位置とアライメント位置とで別々の位置検出手段を用いても両方の位置検出手段の検出結果を予め対応付けているので、位置決め精度が低下するおそれもない。

【0010】なお、本発明の構成を説明する上記課題を解決するための手段と作用の項では、本発明を分かり易くするために実施例の図を用いたが、これにより本発明が実施例に限定されるものではない。

#### 【0011】

【実施例】図1～図5により本発明に係る露光装置の一実施例を説明する。図1は露光装置の概略構成を示す斜視図、図2はその平面図、図3は各光学系の配置とウエ

10

20

30

40

50

5

ハ上のアライメントマークの配置を示す図であり、各図において図示するようにX方向とY方向とを定めている。露光装置は、X軸とY1軸との交点O1を通過する軸AX1を光軸とする投影光学系PLと、X軸とY2軸との交点O2に対して所定の位置関係でX軸を通過する軸AX2aを光軸とするアライメント光学系AA1aと、X軸とY3軸との交点O3に対して所定の位置関係でX軸を通過する軸AX3aを光軸とするアライメント光学系AA2aとを備える。なお、X、Y1~Y3軸の各々は、レーザ干渉計11~14の各測長ビームLBx, LBy1, LBy2, LBy3によって規定される。ここで、アライメント光学系AA1a, AA2aはウエハW1上のアライメントマークWMa (図3) をそれぞれ観察してそのY方向の位置を検出するものであるが、このアライメントマークWMaと対をなすアライメントマークWMbをそれぞれ観察してそのX方向の位置を検出するアライメント光学系AA1b, AA2bをも備える。本実施例においては、アライメント光学系AA1a, AA1bを第1のアライメント光学系と呼び、アライメント光学系AA2a, AA2bを第2のアライメント光学系と呼ぶ。

【0012】STは、ウエハW1およびW2を保持する基板ステージであり、光学系PLの結像面でX方向駆動モータM1でX方向に、Y方向駆動モータM2でY方向に駆動される。また、ウエハW1およびW2は不図示のθステージ上に保持され、θ回転可能とされている。Rは、不図示のレチクルステージ上に保持されたレチクルであり、このレチクル上に形成されているパターンは照明系(不図示)からの照明光により光学系PLを介してウエハW1またはW2に露光される。

【0013】図3(a)に示すようにY1軸とY3軸との間隔(すなわち投影光学系PLの光軸AX1とアライメント光学系AA2bの光軸AX3bとのX方向の間隔)ΔX2は、図3(c)に示すようにウエハW1の任意の露光領域SA1aの中心を投影光学系PLの光軸AX1(交点O1)と合致させたときに、ウエハW2上で先の露光領域SA1aとほぼ同一位置に形成された露光領域SA2aに付随してストリートライン上に形成されたアライメントマークWMa, WMbの中心がアライメント光学系AA2a, AA2bの光軸AX3a, AX3bと略合致する(換言すれば露光領域SA2aの中心と交点O3とが略合致する)ように決定される。ここで、略合致とは、アライメント光学系AA2a, AA2bによりウエハW2上のアライメントマークWMa, WMbが観察できる範囲内にアライメント光学系AA2a, AA2bが位置することを意味する。同様に、Y1軸とY2軸との間隔は、ウエハW2の任意の露光領域の中心を投影光学系PLの光軸AX1と合致させたときに、ウエハW1上で先のウエハW2の露光領域とほぼ同一位置に形成された露光領域に付随してストリートライン上に形

6

成されたアライメントマークWMa, WMbの中心がアライメント光学系AA1a, AA1bの光軸AX2a, AX2bと略合致する(換言すればウエハW1上の露光領域の中心と交点O2とが略合致する)ように決定される。

【0014】図3に示すようにウエハW1およびW2のストリートライン上に設けられたアライメントマークWMa, WMbの位置ずれは、アライメント光学系AA1a, AA1bおよびAA2a, AA2bに対してアライメントマークWMa, WMbと共役な位置にそれぞれ設けられた指標マーク部との位置ずれとして検出される。そのため、指標マークは光軸AX2a, AX2b, AX3a, AX3b上にそれぞれ設けられる。そして、アライメント投光受光部DT1に内蔵の1次元または2次元イメージセンサ上にウエハW1のアライメントマークWMa, WMbとそれぞれに対応した指標マークの像が結像される。同様に、アライメント投光受光部DT2に内蔵の1次元または2次元イメージセンサ上にウエハW2のアライメントマークWMa, WMbとそれぞれに対応した指標マークの像が結像される。これらのイメージセンサからの出力信号は図4に示す信号処理回路SC1, SC2にそれぞれ入力されて、ウエハW1およびW2の各露光領域ごとのX方向およびY方向のずれ量が検出される。

【0015】図2に示されるように、基板ステージST上の端部にはレーザ干渉計からのレーザ光束を反射するための2組の反射鏡(固定鏡)MRx, MRyが互いにほぼ直交して設けられており、基板ステージSTのX方向の位置は周知のレーザ干渉計11により検出され、基板ステージSTのY方向位置は周知のレーザ干渉計12~14により3点で検出される。これらのレーザ干渉計11~14は、レーザ干渉計11, 12からそれぞれ射出されるレーザ光束LBx, LBy1の中心軸(測長軸)が同一平面内で直交し、かつ投影光学系PLの光軸AX1がその交点O1を通るとともに、レーザ干渉計11, 13からそれぞれ射出されるレーザ光束LBx, LBy2の中心軸(測長軸)が同一平面内で直交し、かつその交点O2に対して第1のアライメント光学系AA1a, AA1bが所定の位置関係で、その光軸AX2a, AX2bがX軸, Y2軸を通るとともに、レーザ干渉計11, 14からそれぞれ射出されるレーザ光束LBx, LBy3の中心軸(測長軸)が同一平面内で直交し、かつその交点O3に対して第2のアライメント光学系AA2a, AA2bが所定の位置関係で、その光軸AX3a, AX3bがそれぞれX軸, Y3軸を通るように構成される。そして、これら4つの測長軸を含む平面が投影光学系PLの結像面と略一致するように配置されている。すなわち、レーザ干渉計11, 12は露光位置(光軸AX1)に対して、レーザ干渉計11, 13はアライメント光学系AA1b, AA1aの各々のマーク観察位

置に対して、レーザ干渉計11, 14はアライメント光学系AA2b, AA2aの各々のマーク観察位置に対して、それぞれアップ誤差が略ゼロ、ないしはアライメント精度上無視し得る程度となるように構成されている。例えば図3(c)に示すように、第2のアライメント光学系AA2a, AA2bはマークWMa, WMbの計測方向と干渉計11, 14の測長ビームLBx, LBy<sub>3</sub> (すなわち、X軸、Y3軸)の各々とがほぼ直交しており、かつY3軸、X軸から距離 $\Delta E_x$ ,  $\Delta E_y$ だけ離れて配置されているため、この距離 $\Delta E_x$ ,  $\Delta E_y$ と基板ステージSTの回転量(ヨーイング量)とによって定められる値だけ、アライメント光学系AA2a, AA2bに計測誤差が生じ得るが、その値は微小であり、無視し得る程度の量である。

【0016】また、基板ステージST上には基準マークSMが設けられている。この基準マークSMは、Y1軸とY2軸の距離であるオフセット値 $\Delta X1$ と、Y1軸とY3軸の距離であるオフセット値 $\Delta X2$ 、あるいは、基板ステージST、すなわち3組の干渉計12~14の各出力値を対応付ける際に用いる固定鏡MRyの取り付け誤差(傾き)によるオフセット量を予め検出するために用いられる。まず、例えばレチクル上方に配置された観察光学系によって、基準マークSMをレチクルR上に設けられたマークRMb(図3(a))と位置合わせし、その状態(位置合わせ誤差がほぼ零となった状態)でレーザ干渉計11の出力信号を読取る。ついで、基準マークSMをアライメント光学系AA1b, AA2bの各々で検出し、各アライメント光学系のマーク検出位置(すなわち上述の指標マーク)に対する基準マークSMの位置ずれがほぼ零となった状態でレーザ干渉計11の出力信号を読取る。

【0017】このようにしてレーザ干渉計11から得られる2つの出力信号の差がY1軸とY2軸の距離 $\Delta X1$ である。同様に、Y1軸とY3軸との距離 $\Delta X2$ も検出される。今、Y1軸との交点O1をX軸の原点とし、交点O2の方向を正方向とすれば、露光位置(投影光学系PLの光軸位置)においてアライメント光学系AA1bで検出されるX軸方向のアライメント情報はオフセット値 $\Delta X1$ を減じた値として以下用いられ、アライメント光学系AA2bで検出されるX軸方向のアライメント情報はオフセット値 $\Delta X2$ を加算した値として以下用いられる。また、これらのオフセット値は、ウエハW1, W2をアライメント位置と露光位置との間で移動する際に用いられる。また、3組の干渉計12~14の各々については、基板ステージSTが所定のニュートラル状態(位置)にある、例えば基板ステージSTがX軸方向に関して正、負両方向の各々の移動スロークの端部に位置したときに、干渉計からのアップダウンパルスを計数するカウンタ(不図示)の計数値の各々をプリセット(例えば零にリセット)する、あるいは各計数値を記憶して

おく。これによって、3組の干渉計12~14の出力値(計数値)の対応付けが行われ、露光位置(投影光学系PLの光軸位置)においては、Y軸方向に関して干渉計12による基板ステージSTのモニタの下で、アライメント光学系AA1a, AA2aの各々で検出されるY軸方向のアライメント情報をそのまま用いる(または、対応付けに際して各計数値を記憶したときには、その差だけオフセットを与えた値を用いれば良い)ことが可能となる。ところで、上記の如く3組の干渉計12~14の対応付けを行う際、固定鏡MRyの基板ステージSTに対する取り付け誤差(傾き)等に起因して、先のニュートラル位置でカウンタのプリセットを行っても正確な対応付けを行うことができなくなる。そこで、以下に述べるように予め基準マークSMを用いて、上記傾きによる干渉計12~14の対応付け時の誤差量をオフセット量として求めておくことが望ましい。

【0018】次に上記オフセット量の検出について説明する。上記オフセット値 $\Delta X1$ ,  $\Delta X2$ の計測動作と全く同様に、不図示の観察光学系によって基準マークSMをレチクルR上に設けられたマークRMa(図3(c))と位置合わせし、その状態(位置ずれ量がほぼ零となった状態)でレーザ干渉計12の出力信号を読取る。ついで、基準マークSMをアライメント光学系AA1a, AA2aの各々で検出し、各アライメント光学系のマーク検出位置に対する基準マークSMの位置ずれ量がほぼ零となった状態でレーザ干渉計13, 14の出力信号を読取る。以上のようにしてレーザ干渉計12, 13で検出されたY軸方向の位置の差を $\Delta DY1$ として記憶する。また、同様にして、レーザ干渉計12, 14で検出されたY軸方向の位置の差を $\Delta DY2$ として記憶する。そして、以下のアライメント情報検出工程で得られたウエハW1およびウエハW2のY軸方向の位置ずれ量(各露光領域の座標位置)は露光位置において干渉計12に対しこれらの $\Delta DY1$ および $\Delta DY2$ を加算または減算して使用する。なお、干渉計12~14の対応付けを行う際に基準マークSMを用い、レチクルマークRMa, アライメント光学系AA1a, AA2aの各々と基準マークSMとの位置ずれ量がほぼ零となった状態で、各カウンタの計数値をプリセットする、あるいは記憶するようにしても構わない。この場合には、上記プリセット等を行うときに基板ステージSTがヨーイング(回転)していても、ヨーイングによる誤差をキャンセルできるという利点がある。

【0019】図4は本実施例における制御系のブロック図である。制御回路30はCPU、RAM、ROMその他の周辺回路などから構成される制御回路であり、この制御回路30には上述の4つのレーザ干渉計11~14の出力信号が入力されるとともに、第1のアライメント系信号処理回路SC1からウエハW1に関するアライメント情報が、また第2のアライメント系信号処理回路S

C2からウエハW2に関するアライメント情報が入力される。信号処理回路SC1は、第1のアライメント光学系AA1a, AA1bからのアライメント情報に基づいて指標マークに対するウエハ上のマークWMa, WMbのY, X方向の位置ずれ量を検出するとともに、干渉計11, 13からの位置情報も入力して、ウエハマークWMa, WMb(すなわち露光領域)のY, X方向の座標位置を求める。一方、信号処理回路SC2は第2のアライメント光学系AA2a, AA2bおよび干渉計11, 14からの情報を入力し、上記と同様にウエハマークWMa, WMbのY, X方向の座標位置を求める。そして、制御回路30はステージコントローラ31を介して干渉計11~14からの位置情報をモニターしながらX軸モータM1とY軸モータM2を駆動して基板ステージSTの位置を制御する。特に本実施例では露光位置において、信号処理回路SC1, SC2の検出結果(すなわちウエハW1, W2上の全ての露光領域の配列座標値)、およびオフセット値 $\Delta X1$ ,  $\Delta X2$ (必要ならば $\Delta DY1$ ,  $\Delta DY2$ )に基づき、干渉計11, 12からの位置情報を用いて基板ステージSTの位置を制御することによって、ウエハ上の各露光領域が露光位置に対して正確に位置決めされることになる。

【0020】次に図5に示す処理手順フローを参照して本実施例の動作を説明する。まず、ステップS1において基板ステージSTを所定のウエハの受け渡し位置に移動させる。次にウエハW1とウエハW2をローディングする(ステップS2)。ローディング終了後、ウエハW1に対してファインアライメントを行う(ステップS3)。ファインアライメントは、ウエハW1上の複数の露光領域全てに対して、それぞれの露光領域ごとに設けられたアライメントマークWMa, WMbをアライメント光学系AA1a, AA1bで観察して基準マークとのX方向およびY方向のずれを検出することで行われる。この結果、信号処理回路SC1において座標系XY2におけるウエハW1上の全ての露光領域の座標値が算出される。

【0021】ウエハW1に対してファインアライメントが終了したら、ウエハW1の先頭露光領域中心を投影光学系PLの光軸AX1に合致させるようにX軸モータM1とY軸モータM2を駆動する(ステップS4)。このとき、レーザ干渉計11と12を使用して基板ステージSTの位置制御を行うが、先に行われたウエハW1の先頭露光領域に対するファインアライメント結果およびオフセット値 $\Delta X1$ を加味して位置制御を行う。換言すればオフセット値 $\Delta X1$ を用いて、ウエハW1上の全露光領域の座標値を座標系XY2から座標系XY1上に変換し、この座標系XY1上での座標値に従って基板ステージSTを位置制御する。

【0022】すなわち、X方向の位置制御に際しては、ウエハW2の先頭露光領域を露光中に干渉計11で得ら

れたウエハW1における先頭露光領域のアライメントマークWMbのX位置データからY1軸とY2軸間のオフセット値 $\Delta X1$ を減算し、基板ステージSTのX位置がその減算値となるように位置制御する。Y方向の位置制御に際しては、干渉計12で検出されるステージ基板STのY位置が、ウエハW2の先頭露光領域を露光中に干渉計13で得られたウエハW1における先頭露光領域のアライメントマークWMaのY位置データとなるように位置制御する。

【0023】このようにしてウエハW1の先頭領域に対する位置決めを行ない、露光光を照射してレチクルR上のパターンをウエハW1の露光領域に露光する。その後、各露光領域に対する上記アライメント情報に従ってウエハW1をX, Y方向に移動させて順次に露光領域の中心を投影光学系PLの光軸AX1と合致させてパターンを露光していく(ステップS5)。

【0024】このようなウエハW1に対する露光時に基板ステージSTをX, Y方向に順次に移動させると、ウエハW2も同様なピッチで移動し、ウエハW2上の各露光領域のアライメントマークWMa, WMbがアライメント光学系AA2a, AA2bにより順次に観察可能な領域に入る。そこでそのとき、各アライメントマークと基準マークとのX方向およびY方向の位置ずれ量を検出する。したがって、ウエハW2に対するアライメント情報(すなわち座標系XY3におけるウエハW2上の全露光領域の座標値)の検出がウエハW1の露光と並行して行なわれる(ステップS5)。

【0025】ウエハW1上の全ての露光領域に対して露光が終了すると、ウエハW2上の全ての露光領域のアライメント情報が検出されたことになる。そこで、このようにして求められたアライメント情報およびオフセット値 $\Delta X2$ を使用して、上記と同様に座標変換(XY2→XY1)を行ってウエハW2の先頭露光領域の中心が投影光学系PLの光軸AX1と合致するように基板ステージSTを移動する(ステップS6)。次いで、露光の終了したウエハW1をアンローディングして新たなウエハW1をローディングする(ステップS7)。

【0026】次に、ウエハW2の先頭露光領域の中心が投影光学系PLの光軸AX1と合致するように基板ステージSTを位置制御し、位置決め後、レチクルRのパターンをウエハW2の先頭露光領域に露光する。さらに、上述したように、ウエハW1の露光時に得られたアライメント情報を用いて、ウエハW2の各露光領域の中心を投影光学系PLの光軸AX1と合致させながら露光を順次に行う。このウエハW2に対する露光中に、3枚目のウエハW1の各露光領域のストリートラインに設けられたアライメントマークWMa, WMbがアライメント光学系AA1a, AA1bで観察される位置に移動するから、このときウエハW1の各露光領域ごとのアライメント情報を検出することができる(ステップS8)。

## 11

【0027】ウエハW2に対する露光が全て終了したらウエハW1に対するアライメント情報も全て得られたことになる。そこで、露光の終了したウエハW2をアンローディングし、新たに4枚目のウエハW2をローディングする(ステップS9)。そして、ウエハW1の先頭露光領域の中心を投影光学系PLの光軸AX1と合致させ、以下、同様な手順を繰り返し行い、複数枚のウエハに対する露光作業が行われる。

【0028】以上の手順によれば、露光とアライメントとが並行して行われるから、従来のように露光工程とアライメント工程とが別々に行われる方式に比べてスループットが向上する。また、レーザ干渉計11~14を上述したように位置関係で配置させたから、露光位置とアライメント検出位置が異なってもアップ誤差が生ずることがなく、正確な位置決めが可能となる。

【0029】なお、上記実施例ではダイ・バイ・ダイ方式について述べたが、EGA方式を採用する場合、一方のウエハに対する露光工程と並行して他方のウエハの全露光領域についてアライメント情報を計測できるから、統計処理に使用されるデータ点数を増やして(極端には全露光領域のデータを使って)信頼性を高めても従来のようにスループットが低下することがなく、EGA方式でも極めて有効である。すなわちアライメント光学系のマーク検出誤差までも平均化してアライメント精度を向上させることができる。以上では、各ウエハW1、W2に対するアライメント光学系をX方向、Y方向にそれぞれ設けたが、ウエハ上のアライメントマークの形状次第ではX方向とY方向のアライメント光学系を共通化することもできる。

【0030】以上の実施例の構成において、干渉計11、12が第1の位置検出手段を、干渉計11、13が第2の位置検出手段を、干渉計11、14が第3の位置検出手段を、投光受光部DT1、DT2がアライメント位置検出手段を、ステージコントローラ31や制御回路30がステージ移動制御手段をそれぞれ構成する。上記実施例では、図3(c)に示したように第1、第2のアライメント光学系(AA1a、AA1b)、(AA2a、AA2b)の各々に対して、正確に言えばアップ誤差が零となるように干渉計(13、11)、(14、11)が配置されていなかった。そこで、アライメント光学系AA1a、AA2aのみについてはアップ誤差がほぼ零となるように干渉計13、14を配置する、すなわち干渉計13、14の各測長軸(Y2軸、Y3軸)上に、各アライメント光学系の光軸AX2a、AX3aを一致させるように配置しても良い。また、第1のアライメント光学系AA1a、AA1bに、いずれか一方と交点O2に関してほぼ対称な位置に、さらに1組のアライメント光学系を設ければ、予めウエハ上の各露光領域の回転量(いわゆるチップローテーション)までも求めることができる。従って、先に検出した露光領域毎の回転

## 12

量に基づいて、例えば露光領域毎にレチクルRを回転させながら露光を行っていけば、チップローテーションも補正することが可能となる。さらに、上記実施例では投影光学系を備えた露光装置を例に挙げて説明したが、プロキシミティー方式やコンタクト方式の露光装置に対しても本発明を適用して同様の効果を得ることができる。なお、1枚目のウエハに対する露光についてはダイ・バイ・ダイ方式を用いて全ての露光領域の座標値を検出する必要はなく、EGA方式を採用しても良い。上記実施例では露光位置および2つのアライメント位置でX軸方向の干渉計を1組(11)のみ配置して共有させていたが、各位置で個別にX軸方向の干渉計を設けるようにしても構わない。次に、本発明の第2の実施例について図6、図7を参照して説明する。図6、図7では、図1~図3中の部材と同じ作用、機能の部材には同一の符号を付してあり、ともに図3(c)に対応した図となっている。本実施例では第1、第2のアライメント光学系(AA1a、AA1b)、(AA2a、AA2b)の各々に対してアップ誤差が零となるように構成している点が第1の実施例との差異である。図6に示すように、第1のアライメント光学系AA1a、AA1bはそれぞれY2軸、X軸上に配置されるとともに、図7に示すように第2のアライメント光学系AA2a、AA2bはそれぞれY3軸、X軸に配置されている。すなわちウエハマークWMa~WMdの各々の計測方向とY3軸、X軸、Y2軸、X軸の各々がほぼ一致している。この結果、全てのアライメント光学系に対してアップ誤差が零となるように干渉計11、13、14が配置されることになる。ところが、本実施例では上記構成を採用したことによって、第1のアライメント光学系と第2のアライメント光学系とで、各露光領域において同一のアライメントマークWMa、WMbを検出することができない。そこで、アライメントマークWMa、WMbの他に、さらに2組のアライメントマークWMc、WMdを露光領域に付随して形成しておくようにし、第1のアライメント光学系AA1a、AA1bではアライメントマークWMc、WMdを検出し、第2のアライメント光学系AA2a、AA2bではアライメントマークWMa、WMbを検出する必要がある。さらに上記構成を採用する場合には、X方向のオフセット値 $\Delta X1$ 、 $\Delta X2$ のみならず、Y方向に関しても予めオフセット値 $\Delta Y1$ 、 $\Delta Y2$ を求めておく必要があり、これは上記と全く同様に基準マークSMを用いて行えば良い。このような構成を採ることによって、ウエハ上のチップ(露光領域)サイズが拡大しても、アップ誤差が零となっているので、アライメント精度が低下することがないといった利点が得られる。次に、図8~図10を参照して第3の実施例について説明する。図8~図10では、図1、図4と同じ作用、機能の部材には同一の符号を付してある。本実施例では、上記実施例と同様のアライメント動作とともに、焦点合わ



せ動作またはレベリング動作を行う点異なる。また、ここでは説明を簡単にするため、第1のアライメント光学系についてのみ説明を行う。図8に示すように、本実施例では第1のアライメント光学系AA1a, AA1b (AA1bのみ図示)と一体に、ウエハ表面の高さ位置(Z方向の位置)を検出するための斜入射光方式の表面位置検出系60, 61が設けられている。表面位置検出系60, 61は、露光領域SA内の複数点(図9中に黒丸で示す点)の各々でのZ方向の位置を検出するものであって、基本的な構成については、例えば特開昭60-168112号公報に開示されている。なお、当該公報では露光領域内の1点でのZ方向の位置を検出するものが開示されているが、表面位置検出系60, 61としてはこの検出系を複数組み合わせたもの、あるいは長大スリットの像を露光領域の表面に形成し、このスリット像を1次元ラインセンサ等で複数に分割して受光するように構成しても良い。また、表面位置検出系60, 61は投影光学系PLの最良結像面が零点基準となるように予めキャリブレーションが行われているものとする。また、基板ステージST上にはウエハW1, W2を一体に(または独立に)Z方向(光軸方向)に移動可能なZステージ50と、ウエハW1, W2の各々を独立に傾斜可能なレベリングステージ51, 52とが配置されている。なお、レベリングステージ51, 52の構成については、特開昭62-274201号公報に開示されている。図10は本実施例における制御系のブロック図であり、制御回路30は表面位置検出系61からの検出信号に基づいてZ軸モータ64やレベリングモータ65に所定の駆動指令を与え、アライメント位置において見掛け上焦点合わせ動作やレベリング動作を行う。このとき、露光領域毎のZステージ50やレベリングステージ51の駆動量は、ポテンシオメータ等の位置検出系62, 63によって検出されており、制御回路30はこの検出値を記憶部66に記憶しておく(詳細後述)。次に、上記構成の装置の動作について簡単に説明する。制御回路30は第1の実施例と同様にウエハW2に対する露光動作と並行して、ウエハW1の各露光領域に対してアライメント動作を行うとともに、さらに表面位置検出系60, 61を用いてウエハW1上の露光領域毎に焦点合わせ動作およびレベリング動作を実行する。そして、このとき位置検出系62, 63で検出された値を、露光領域毎に記憶部66に格納していく。この結果、ウエハW1に対して露光を行うに際しては、記憶部66に格納された情報に基づいて露光領域毎にZステージ50, レベリングステージ51を制御することによって、精度良く焦点合わせとレベリング動作を行うことが可能となる。なお、レベリング動作(ウエハの傾斜)に伴ってウエハがXY平面内で横ずれし得るので、レベリング動作の後にアライメント動作を行うか、あるいは両動作を同時に行うときにはウエハの傾斜量から横ずれを演算にて算出し、こ

の値をアライメント結果にオフセットとして持たせることが望ましい。これによって、レベリング動作に伴って生じるウエハの横ずれに起因したアライメント精度の低下までも防止できる。ここで、上記実施例では第1, 第2のアライメント光学系のアライメント位置で露光領域の座標位置とともに検出したZステージ50やレベリングステージ51の駆動量(位置検出系62, 63の出力値)を記憶しておくものとしたが、焦点合わせ動作についてはZステージ50の駆動量を記憶しておく必要はない。このような場合、例えば投影光学系PLにおいてもそれと一体に、斜入射光方式の焦点検出系(特開昭60-168112号公報に開示)を設けるとともに、予め投影光学系PLの最良焦点位置(ベストフォーカス位置)がその零点基準となるようにキャリブレーションを行っておく。なお、この焦点検出系は、例えば投影光学系PLの光軸AX1近傍に設定された1つの計測点のみにおいてそのZ方向の位置を検出するもので構わない。このような構成の装置においては、まずアライメント位置において表面位置検出系60, 61の検出結果(各計測点でのZ方向の位置)から焦点合わせ動作とレベリング動作とを行った後、表面位置検出系60, 61の出力値、例えば露光領域の中心近傍の計測点における露光領域の表面のずれ量のみを記憶しておく。そして、当該露光領域に対して露光を行う場合には、焦点検出系の出力値が先に記憶したずれ量だけオフセットを持つようにZステージ50を位置きめすることにより、精度良く露光領域の表面をベストフォーカス位置に設定することができ。なお、投影光学系PLに表面位置検出系60, 61を設けるとともに、上記と同様にアライメント位置で複数の計測点の各々でのずれ量を記憶しておけば、レベリング動作においてもレベリングステージ51の駆動量を記憶する必要はなく、各計測点でのずれ量のみを記憶しておくだけで良い。

#### 【0031】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、一方の基板にマスクパターンを露光するときに他方の基板のアライメント情報検出を並行して行ない、このようにして得られた他方の基板のアライメント情報を使用して、この他方の基板にマスクパターンを露光するときの基板の位置決めを行なうようにし、さらに、露光位置での位置決めに使用する基板ステージの位置検出手段と、マーク観察位置でのアライメント情報検出に使用する基板ステージの位置検出手段を露光位置およびマーク観察位置に対してそれぞれアップ誤差が略ゼロとなるように位置付けるようにしたから、スループットが向上し、露光位置とマーク観察位置とで別々の位置検出手段を用いても位置決め精度が低下するおそれもない。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る露光装置の概略構成を示す斜視図

【図2】図1の露光装置の平面図

15

16

【図3】投影光学系、アライメント光学系の配置とウエハ上のアライメントマークの配置を説明する図

【図4】図1の露光装置の制御系を示すブロック図

【図5】図1の露光装置の露光工程とアライメント工程とを説明する流れ図

【図6】図3(c)に対応し第2の実施例を説明する図

【図7】図3(c)に対応し第2の実施例を説明する図

【図8】第3の実施例におけるステージの正面図

【図9】露光領域を説明する図

【図10】第3の実施例の制御系を示すブロック図

【図11】従来の露光装置の斜視図

【符号の説明】

W1 第1のウエハ(第1基板)

W2 第2の

ウエハ(第2基板)

PL 投影光学系

R レチクル

ST 基板ステージ

AA1a, AA1b 第1のアライメント光学系

AA2a, AA2b 第2のアライメント光学系

M1 X軸モータ

M2 Y軸モ

ータ

11 干渉計

12~14

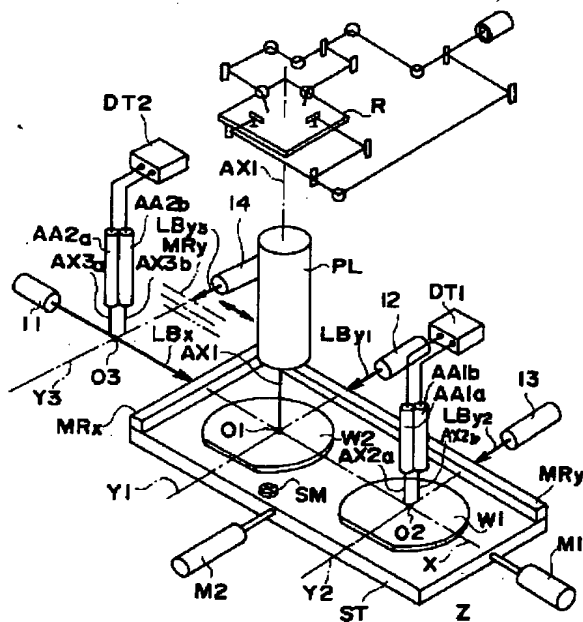
10 干渉計

30 制御回路

31 ステア

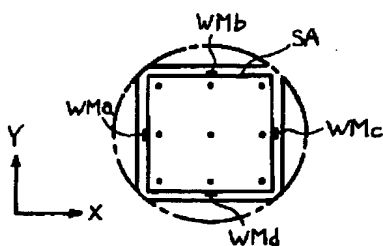
ジコントローラ

【図1】

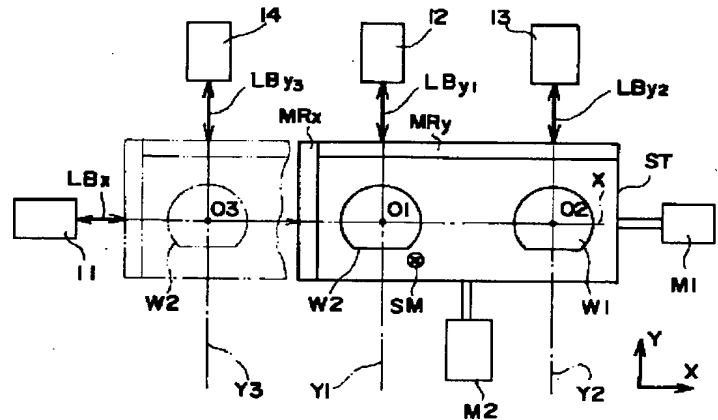


W1: 第1基板  
W2: 第2基板  
ST: 基板ステージ  
R: マスク  
PL: 投影光学系  
AA1a, AA1b: 第1のアライメント光学系  
AA2a, AA2b: 第2のアライメント光学系  
M1: X軸モータ  
M2: Y軸モータ

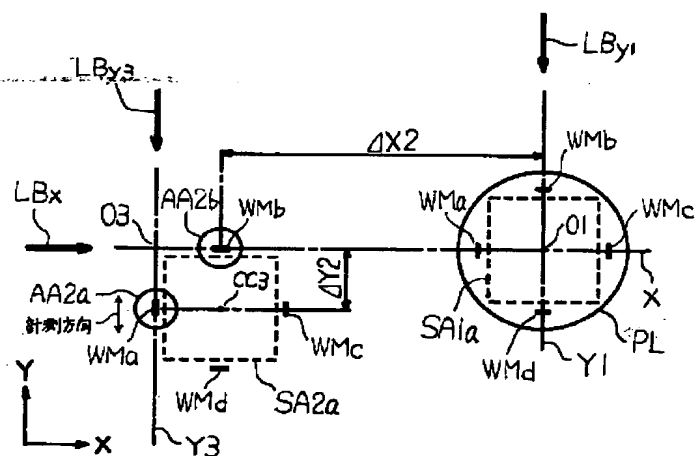
【図9】



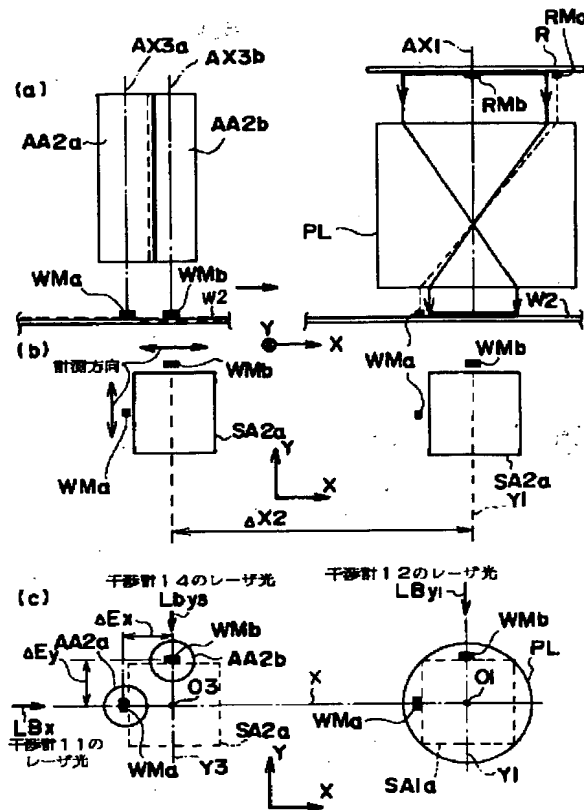
【図2】



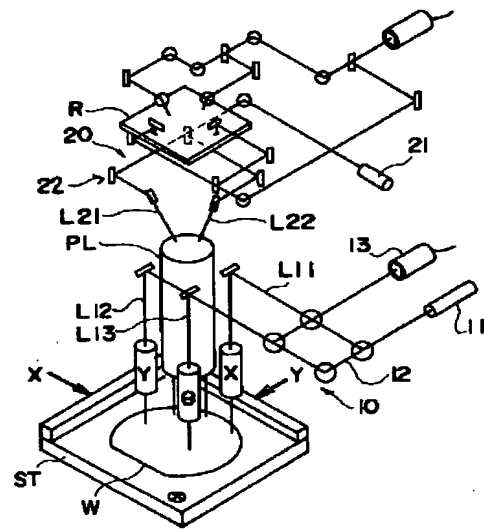
【図7】



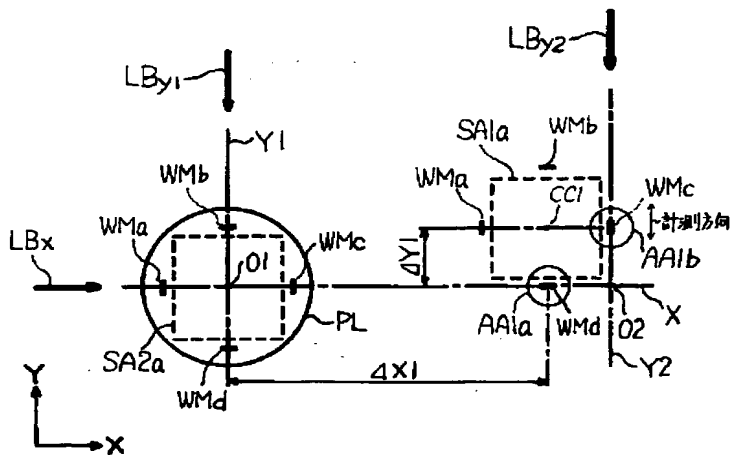
【図3】



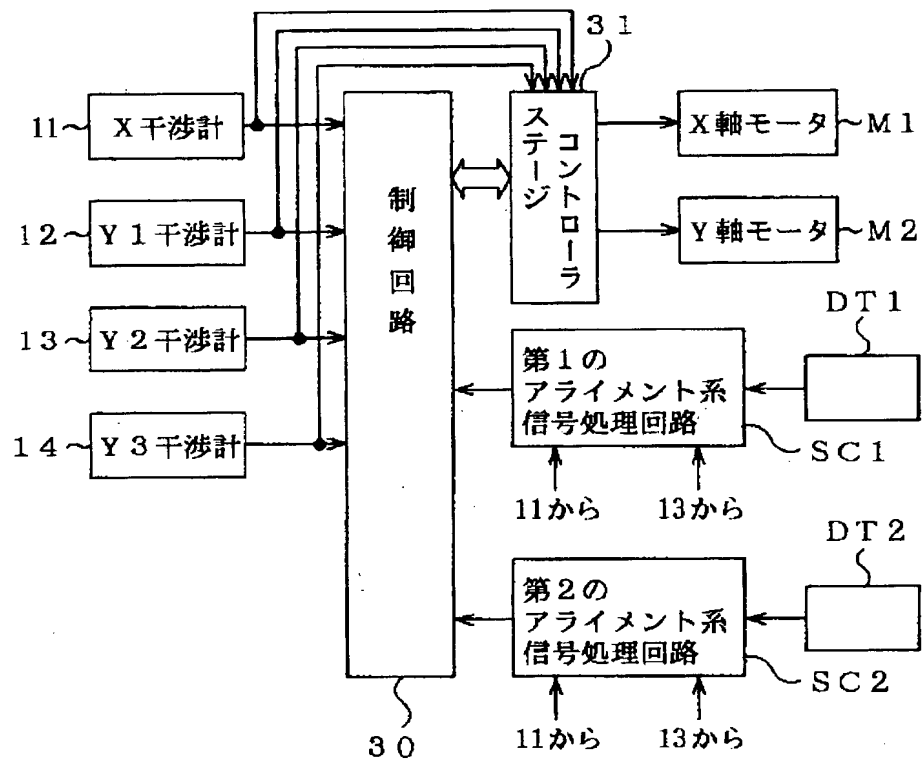
【図11】



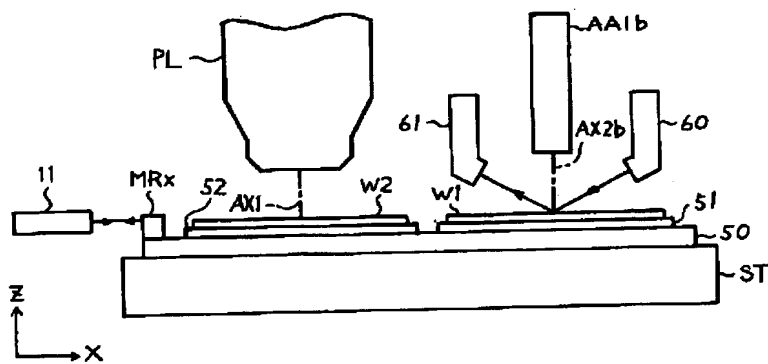
【図6】



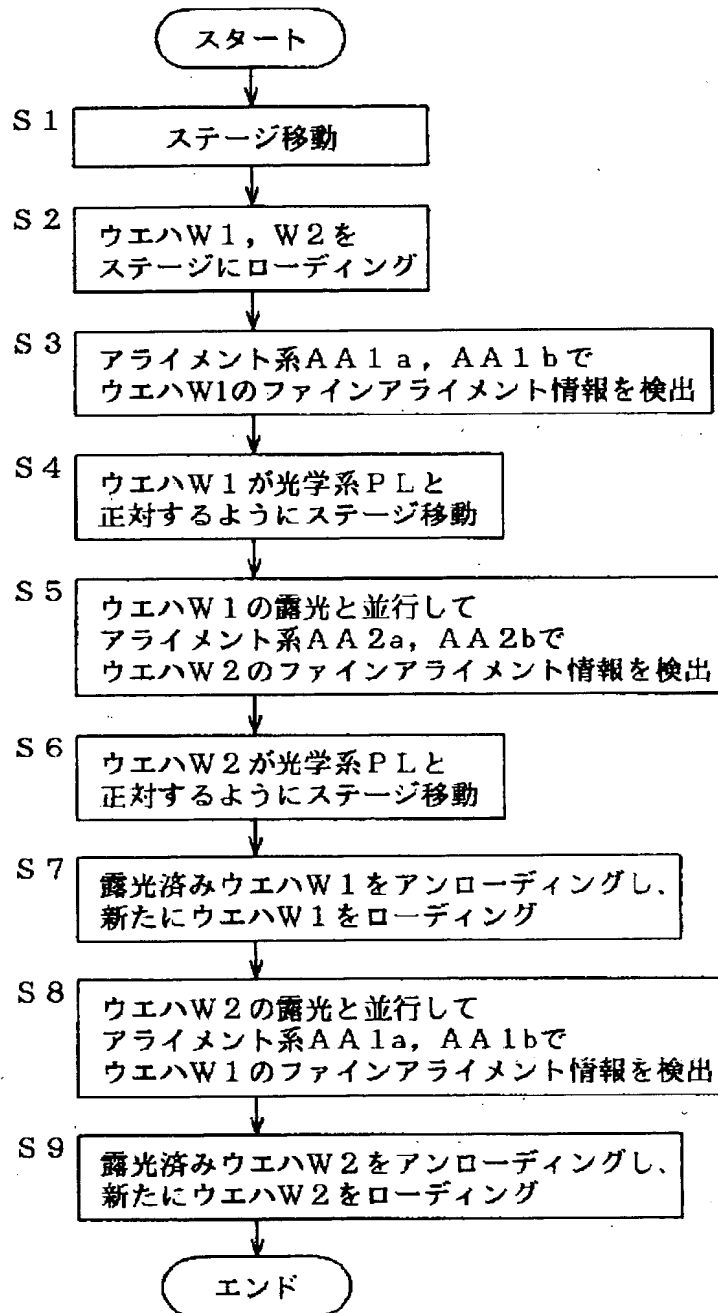
【図4】



【図8】



【図5】



【図10】

